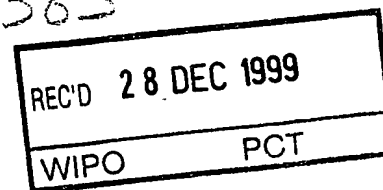


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

DE 99/ ~~3365~~ 3365



Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit drahtloser
Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären
Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen
der dritten Generation"

am 27. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
H 04 B und H 04 Q der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. Dezember 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Waasmaier

Aktenzeichen: 198 49 556.0

Beschreibung

Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation

Telekommunikationssysteme mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten sind spezielle Nachrichtensysteme mit einer Nachrichtenübertragungsstrecke zwischen einer Nachrichtenquelle und einer Nachrichtensenke, bei denen beispielsweise Basisstationen und Mobilteile zur Nachrichtenverarbeitung und -übertragung als Sende- und Empfangsgeräte verwendet werden und bei denen

1) die Nachrichtenverarbeitung und Nachrichtenübertragung in einer bevorzugten Übertragungsrichtung (Simplex-Betrieb) oder in beiden Übertragungsrichtungen (Duplex-Betrieb) erfolgen kann,

2) die Nachrichtenverarbeitung vorzugsweise digital ist,

3) die Nachrichtenübertragung über die Fernübertragungsstrecke drahtlos auf der Basis von diversen Nachrichtenübertragungsverfahren FDMA (Frequency Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access) und/oder CDMA (Code Division Multiple Access) - z.B. nach Funkstandards wie

DECT [Digital Enhanced (früher: European) Cordless Telecommunication; vgl. Nachrichtentechnik Elektronik 42 (1992) Jan./Feb. Nr. 1, Berlin, DE; U. Pilger „Struktur des DECT-Standards“, Seiten 23 bis 29 in Verbindung mit der ETSI-Publikation ETS 300175-1...9, Oktober 1992 und der DECT-Publikation des DECT-Forum, Februar 1997, Seiten 1 bis 16],

GSM [Groupe Spéciale Mobile oder Global System for Mobile Communication; vgl. Informatik Spektrum 14 (1991) Juni, Nr. 3, Berlin, DE; A.Mann: „Der GSM-Standard - Grundlage für digitale europäische Mobilfunknetze“, Seiten 137 bis 152 in Verbindung mit der Publikation telekom praxis

4/1993, P.Smolka „GSM-Funkschnittstelle - Elemente und Funktionen“, Seiten 17 bis 24],

UMTS [Universal Mobile Telecommunication System; vgl.

(1): Nachrichtentechnik Elektronik, Berlin 45, 1995, Heft 1, Seiten 10 bis 14 und Heft 2, Seiten 24 bis 27; P.Jung, B.Steiner: „Konzept eines CDMA-Mobilfunksystems mit gemeinsamer Detektion für die dritte Mobilfunkgeneration“;

(2): Nachrichtentechnik Elektronik, Berlin 41, 1991, Heft 6, Seiten 223 bis 227 und Seite 234; P.W.Baier, P.Jung,

A.Klein: „CDMA - ein günstiges Vielfachzugriffsverfahren für frequenzselektive und zeitvariante Mobilfunkkanäle“;

(3): IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E79-A, No. 12, December 1996, Seiten 1930 bis 1937; P.W.Baier, P.Jung:

„CDMA Myths and Realities Revisited“; (4): IEEE Personal Communications, February 1995, Seiten 38 bis 47; A.Urie, M.Streeton, C.Mourot: „An Advanced TDMA Mobile Access System for UMTS“; (5): telekom praxis, 5/1995, Seiten 9 bis 14; P.W.Baier: „Spread-Spectrum-Technik und CDMA - eine

ursprünglich militärische Technik erobert den zivilen Bereich“; (6): IEEE Personal Communications, February 1995, Seiten 48 bis 53; P.G.Andermo, L.M.Ewerbring: „An CDMA-Based Radio Access Design for UMTS“; (7): ITG Fachberichte 124 (1993), Berlin, Offenbach: VDE Verlag ISBN 3-8007-1965-7, Seiten 67 bis 75; Dr. T.Zimmermann, Siemens AG: „Anwendung von CDMA in der Mobilkommunikation“; (8):

telcom report 16, (1993), Heft 1, Seiten 38 bis 41; Dr. T. Ketseoglou, Siemens AG und Dr. T.Zimmermann, Siemens AG: „Effizienter Teilnehmerzugriff für die 3. Generation der Mobilkommunikation - Vielfachzugriffsverfahren CDMA macht Luftschnittstelle flexibler“; (9): Funkschau 6/98:

R.Sietmann „Ringens um die UMTS-Schnittstelle“, Seiten 76 bis 81] WACS oder PACS, IS-54, IS-95, PHS, PDC etc. [vgl. IEEE Communications Magazine, January 1995, Seiten 50 bis 57; D.D. Falconer et al: „Time Division Multiple Access Methods for Wireless Personal Communications“]

erfolgt.

"Nachricht" ist ein übergeordneter Begriff, der sowohl für den Sinngehalt (Information) als auch für die physikalische Repräsentation (Signal) steht. Trotz des gleichen Sinngehaltes einer Nachricht - also gleicher Information - können unterschiedliche Signalformen auftreten. So kann z.B. eine einen Gegenstand betreffende Nachricht

- (1) in Form eines Bildes,
- (2) als gesprochenes Wort,
- (3) als geschriebenes Wort,
- (4) als verschlüsseltes Wort oder Bild übertragen werden.

Die Übertragungsart gemäß (1) ... (3) ist dabei normalerweise durch kontinuierliche (analoge) Signale charakterisiert, während bei der Übertragungsart gemäß (4) gewöhnlich diskontinuierliche Signale (z.B. Impulse, digitale Signale) entstehen.

Im UMTS-Szenario (3. Mobilfunkgeneration bzw. IMT-2000) gibt es z.B. gemäß der Druckschrift *Funkschau 6/98: R.Sietmann „Ringens um die UMTS-Schnittstelle“*, Seiten 76 bis 81 zwei Teilszenarien. In einem ersten Teilszenario wird der lizenzierte koordinierte Mobilfunk auf einer WCDMA-Technologie (Wideband Code Division Multiple Access) basieren und, wie bei GSM, im FDD-Modus (Frequency Division Duplex) betrieben, während in einem zweiten Teilszenario der unlizenzierte unkoordinierte Mobilfunk auf einer TD-CDMA-Technologie (Time Division-Code Division Multiple Access) basieren und, wie bei DECT, im TDD-Modus (Frequency Division Duplex) betrieben wird.

Für den WCDMA/FDD-Betrieb des Universal-Mobil-Telekommunikation-Systems enthält die Luftschnittstelle des Telekommunikationssystems in Auf- und Abwärtsrichtung der Telekommunikation gemäß der Druckschrift *ETSI STC SMG2 UMTS-L1, Tdoc SMG2 UMTS-L1 163/98: „UTRA Physical Layer Description FDD Parts“* Vers. 0.3, 1998-05-29 jeweils mehrere physikalische Kanäle, von denen ein erster physikalischer Kanal, der sogenannte Dedicated

Physical Control Channel DPCCH, und ein zweiter physikalischer Kanal, der sogenannte Dedicated Physical Data Channel DPDCH, in bezug auf deren Zeitrahmenstrukturen (frame structure) in den FIGUREN 1 und 2 dargestellt sind.

5

Im Downlink (Funkverbindung von der Basisstation zur Mobilstation) des WCDMA/FDD Systems von ETSI bzw. ARIB wird der Dedicated Physical Control Channel (DPCCH) und der Dedicated Physical Data Channel (DPDCH) zeitlich gemultiplext, während im Uplink ein I/Q-Multiplex stattfindet, bei dem der DPDCH im I-Kanal und der DPCCH im Q-Kanal übertragen werden.

10

Der DPCCH enthält N_{pilot} Pilot-Bits zur Kanalschätzung, N_{TPC} Bits für eine schnelle Leistungsregelung und N_{TFI} Format-Bits, die die Bitrate, Art des Services, Art der Fehlerschutzcodierung, etc. anzeigen (TFI = Traffic Format Indicator).

15

FIGUR 3 zeigt auf der Basis eines GSM-Funkszenarios mit z.B. zwei Funkzellen und darin angeordneten Basisstationen (Base Transceiver Station), wobei eine erste Basisstation BTS1 (Sender/Empfänger) eine erste Funkzelle FZ1 und eine zweite Basisstation BTS2 (Sende-/Empfangsgerät) eine zweite Funkzelle FZ2 omnidirektional „ausleuchtet“, ein FDMA/TDMA/CDMA-Funkszenario, bei dem die Basisstationen BTS1, BTS2 über eine für das FDMA/TDMA/CDMA-Funkszenario ausgelegte Luftschnittstelle mit mehreren in den Funkzellen FZ1, FZ2 befindlichen Mobilstationen MS1...MS5 (Sende-/Empfangsgerät) durch drahtlose uni- oder bidirektionale - Aufwärtsrichtung UL (Up Link) und/oder Abwärtsrichtung DL (Down Link) - Telekommunikation auf entsprechende Übertragungskanäle TRC (Transmission Channel) verbunden bzw. verbindbar sind. Die Basisstationen BTS1, BTS2 sind in bekannter Weise (vgl. GSM-Telekommunikationssystem) mit einer Basisstationssteuerung BSC (BaseStation Controller) verbunden, die im Rahmen der Steuerung der Basisstationen die Frequenzverwaltung und Vermittlungsfunktionen übernimmt. Die Basisstationssteuerung BSC ist ihrerseits über eine Mobil-Vermittlungsstelle MSC (Mobile

20

30

35

Switching Center) mit dem übergeordneten Telekommunikationsnetz, z.B. dem PSTN (Public Switched Telecommunication Network), verbunden. Die Mobil-Vermittlungsstelle MSC ist die Verwaltungszentrale für das dargestellte Telekommunikationssystem. Sie übernimmt die komplette Anrufverwaltung und mit angegliederten Registern (nicht dargestellt) die Authentisierung der Telekommunikationsteilnehmer sowie die Ortsüberwachung im Netzwerk.

10 FIGUR 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau der als Sende-/Empfangsgerät ausgebildeten Basisstation BTS1, BTS2, während
15 FIGUR 5 den prinzipiellen Aufbau der ebenfalls als Sende-/Empfangsgerät ausgebildeten Mobilstation MT1...MT5 zeigt. Die Basisstation BTS1, BTS2 übernimmt das Senden und Empfangen von Funknachrichten von und zur Mobilstation MTS1..MTS5, während die Mobilstation MT1...MT5 das Senden und Empfangen von Funknachrichten von und zur Basisstation BTS1, BTS2 übernimmt. Hierzu weist die Basisstation eine Sendeantenne SAN und eine Empfangsantenne EAN auf, während die Mobilstation
20 MT1...MT5 eine durch eine Antennenumschaltung AU steuerbare für das Senden und Empfangen gemeinsame Antenne ANT aufweist. In der Aufwärtsrichtung (Empfangspfad) empfängt die Basisstation BTS1, BTS2 über die Empfangsantenne EAN beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente von mindestens einer der Mobilstationen MT1...MT5, während die Mobilstation MT1...MT5 in der Abwärtsrichtung (Empfangspfad) über die gemeinsame Antenne ANT beispielsweise
30 mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente von mindestens einer Basisstation BTS1, BTS2 empfängt. Die Funknachricht FN besteht dabei aus einem breitbandig gespreizten Trägersignal mit einer aufmodulierten aus Datensymbolen zusammengesetzten Information.

35 In einer Funkempfangseinrichtung FEE (Empfänger) wird das empfangene Trägersignal gefiltert und auf eine Zwischenfrequenz heruntergemischt, die ihrerseits im weiteren abgetastet und quantisiert wird. Nach einer Analog/Digital-Wandlung wird

das Signal, das auf dem Funkweg durch Mehrwegeausbreitung verzerrt worden ist, einem Equalizer EQL zugeführt, der die Verzerrungen zu einem großen Teil ausgleicht (Stw.: Synchronisation).

5

Anschließend wird in einem Kanalschätzer KS versucht die Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals TRC auf dem die Funknachricht FN übertragen worden ist, zu schätzen. Die Übertragungseigenschaften des Kanals sind dabei im Zeitbereich durch die Kanalimpulsantwort angegeben. Damit die kanalimpulsantwort geschätzt werden kann, wird der Funknachricht FN sendeseitig (im vorliegenden Fall von der Mobilstation MT1...MT5 bzw. der Basisstation BTS1, BTS2) eine spezielle, als Trainingsinformationssequenz ausgebildete Zusatzinformation in Form einer sogenannten Mitambel zugewiesen bzw. zugeordnet.

In einem daran anschließenden für alle empfangenen Signale gemeinsamen Datendetektor DD werden die in dem gemeinsamen Signal enthaltenen einzelnen mobilstationsspezifischen Signalanteile in bekannter Weise entzerrt und separiert. Nach der Entzerrung und Separierung werden in einem Symbol-zu-Daten-Wandler SDW die bisher vorliegenden Datensymbole in binäre Daten umgewandelt. Danach wird in einem Demodulator DMOD aus der Zwischenfrequenz der ursprüngliche Bitstrom gewonnen, bevor in einem Demultiplexer DMUX die einzelnen Zeitschlitzte den richtigen logischen Kanälen und damit auch den unterschiedlichen Mobilstationen zugeordnet werden.

In einem Kanal-Codec KC wird die erhaltene Bitsequenz kanalweise decodiert. Je nach Kanal werden die Bitinformationen dem Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprachzeitschlitz zugewiesen und - im Fall der Basisstation (FIGUR 4) - die Kontroll- und Signalisierungsdaten und die Sprachdaten zur Übertragung an die Basisstationssteuerung BSC gemeinsam einer für die Signalisierung und Sprachcodierung/-decodierung (Sprach-Codec) zuständigen Schnittstelle SS über-

geben, während - im Fall der Mobilstation (FIGUR 5) - die Kontroll- und Signalisierungsdaten einer für die komplette Signalisierung und Steuerung der Mobilstation zuständigen Steuer- und Signalisiereinheit STSE und die Sprachdaten einem für die Spracheingabe und -ausgabe ausgelegten Sprach-Codec SPC übergeben werden.

10 In dem Sprach-Codec der Schnittstelle SS in der Basisstation BTS1, BTS2 werden die Sprachdaten in einem vorgegebenen Datenstrom (z.B. 64kbit/s-Strom in Netzrichtung bzw. 13kbit/s-Strom aus Netzrichtung).

15 In einer Steuereinheit STE wird die komplette Steuerung der Basisstation BTS1, BTS2 durchgeführt.

20 In der Abwärtsrichtung (Sendepfad) sendet die Basisstation BTS1, BTS2 über die Sendeantenne SAN beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente an mindestens eine der Mobilstationen MT1...MT5, während die Mobilstation MT1...MT5 in der Aufwärtsrichtung (Sendepfad) über die gemeinsame Antenne ANT beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente an mindestens einer Basisstation BTS1, BTS2 sendet.

30 Der Sendepfad beginnt bei der Basisstation BTS1, BTS2 in FIGUR 4 damit, daß in dem Kanal-Codec KC von der Basisstationssteuerung BSC über die Schnittstelle SS erhaltene Kontroll- und Signalisierungsdaten sowie Sprachdaten einem Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprachzeitschlitz zugewiesen werden und diese kanalweise in eine Bitsequenz codiert werden.

35 Der Sendepfad beginnt bei der Mobilstation MT1...MT5 in FIGUR 5 damit, daß in dem Kanal-Codec KC von dem Sprach-Codec SPC erhaltene Sprachdaten und von der Steuer- und Signalisiereinheit STSE erhaltene Kontroll- und Signalisierungsdaten einem

Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprachzeitschlitz zugewiesen werden und diese kanalweise in eine Bitsequenz codiert werden.

- 5 Die in der Basisstation BTS1, BTS2 und in der Mobilstation MT1...MT5 gewonnene Bitsequenz wird jeweils in einem Daten-
zu-Symbol-Wandler DSW in Datensymbole umgewandelt. Im An-
schluß daran werden jeweils die Datensymbole in einer Sprei-
zeinrichtung SPE mit einem jeweils teilnehmerindividuellen
10 Code gespreizt. In dem Burstgenerator BG, bestehend aus einem
Burstzusammensetzer BZS und einem Multiplexer MUX, wird da-
nach in dem Burstzusammensetzer BZS jeweils den gespreizten
Datensymbolen eine Trainingsinformationssequenz in Form einer
Mitambel zur Kanalschätzung hinzugefügt und im Multiplexer
15 MUX die auf diese Weise erhaltene Burstinformation auf den
jeweils richtigen Zeitschlitz gesetzt. Abschließend wird der
erhaltene Burst jeweils in einem Modulator MOD hochfrequent
moduliert sowie digital/analog umgewandelt, bevor das auf
diese Weise erhaltene Signal als Funknachricht FN über eine
20 Funksendeeinrichtung FSE (Sender) an der Sendeantenne SAN
bzw. der gemeinsamen Antenne ANT abgestrahlt wird.

Ein RAKE-Empfänger wird insbesondere zur Rückgewinnung digi-
taler Daten aus einem eine CDMA-Komponente aufweisendes Funk-
empfangssignal benutzt. Die über eine Mehrwegeausbreitung
überlagerten und durch den Kanal verzerrten Signale werden
dabei zurückgewonnen und die Symbol-Energien der einzelnen
Ausbreitungspfade akkumuliert.

- 30 Die Theorie zum RAKE-Empfängers ist hinreichend untersucht
und bekannt (vgl. J.G. Proakis: „Digital Communications“;
McGraw-Hill, Inc; 3rd Edition, 1995; S. 728 bis 739 und K.D.
Kammeyer: „Nachrichtenübertragung“; B.G. Teubner Stuttgart,
1996; S. 658 bis 669).

35

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ei-
ne Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit drahtlo-

ser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, anzugeben, der gegenüber bekannten Rake-Empfänger eine geringere Anzahl von Funktionsblöcken und/oder Logik-Gattern aufweist.

Diese Aufgabe wird gemäß dem Patentanspruch dadurch gelöst, daß eine Pipeline-Architektur vorgesehen ist, in der die einzelnen Rechenschritte wie am Fließband abgearbeitet werden.

Bei der Implementierung eines RAKE-Empfängers in Hard- und/oder Software lassen sich jedoch durch geeignete Abbildungen Einsparungen bzgl. der verwendeten Zahl von Funktionsblöcken bzw. deren Komplexität und eine höhere Flexibilität bei der Parametrierung (z.B. Anzahl der RAKE-Finger) erzielen.

Die Verfügbarkeit schneller Technologien im Bereich des Chip-Designs (ASIC, FPGA) gestattet es, wesentliche Teile der Hardware im Zeitmultiplexverfahren zu nutzen und somit die notwendige Zahl von Logik-Gattern zu reduzieren.

Die der Erfindung dabei zugrundeliegende Idee besteht aus folgendem:

Das in FIGUR 6 dargestellte Blockschaltbild zeigt beispielhaft einen RAKE-Receiver mit 8 Fingern, *Softhandover* mit zwei Basisstationen und *Early-Late Tracking* für einen Finger (nacheinander können alle Finger nachgeführt werden). Die angegebenen Taktraten beziehen sich auf den o.a. RAKE und sind deshalb ein Vielfaches der Chip-Frequenz von 4.096 MChip. Die angegebenen Wortbreiten innerhalb der Signalverarbeitungskette sind aus den Randbedingungen zur UMTS-Standardisierung abgeleitet (vgl. *SMG2 UMTS Physical Layer Expert Group: „UTRA Physical Layer Description FDD Parts“ Vers. 0.4, 1998-06-25*).

Die beschriebene Architektur läßt sich prinzipiell auf eine andere Chip-Frequenz W , auf eine beliebige Fingeranzahl L , auf b mögliche Basisstationen beim Softhandover und $2 \cdot L$ Finger für das Early-Late Tracking erweitern. Ebenfalls ist die

5 Architektur flexible bzgl. der Wahl der verwendeten Wortbreiten im Signal-Verarbeitungs Pfad.

10 In ein Dual-Port RAM (DP-RAM) wird das Empfangssignal $r(t)$ mit einer Frequenz von $4.096 \cdot n$ MHz geschrieben (n ist dabei die Oversampling-Rate). Die Adressen zum Speichern der Eingangsdaten (Chips) in das DP-RAM generiert der ADDRESS COUNTER 1.

15 Zum Auslesen der empfangenen Chips aus dem RAM wird aus der Addition eines freilaufenden Adresszählers (ADDRESS COUNTER 2, 4.096 MHz Takt) und des RAKE-Finger abhängigen Offsets eine Adresse ($8 \cdot 4.096$ MHz Takt) berechnet. Die Offsets befinden sich in Offset-Registern. Für ein zu implementierendes

20 *Early/Late Finger-Tracking* lassen sich zwei der Offset Register zur Positionierung des *Early* und des *Late* Fingers benutzen.

Die ausgelesenen Daten werden zur Rückgewinnung der Symbole mit dem ausgewählten *De-Scrambled Spreading Code* multipliziert (Vorzeichen Operation, bei komplexen Codes zusätzlich Addition).

Im *Softhandover* empfängt der RAKE-Empfänger von z.B. zwei Stationen Signale, die mit unterschiedlichen Scrambling und Spreading Codes gesendet wurden. Die maximal mögliche Zahl

30 von RAKE-Fingern ist entsprechend der Empfangsqualität auf die Basisstationen aufzuteilen. Deshalb ist eine von den RAKE-Fingern abhängige Umschaltung der Code-Generatoren notwendig. Der Multiplexer, der die Umschaltung durchführt, arbeitet in diesem Beispiel mit maximal $8 \cdot 4.096$ MHz.

35

Der zur Übertragung notwendige Kanal verzerrt das Signal. Der Kanalschätzer berechnet aus der empfangenen Pilot-Sequenz die

zur Korrektur der Verzerrung notwendigen konjugiert komplexen Kanal-Koeffizienten (Gewichte). Der Empfänger multipliziert deshalb die zurück gewonnenen Symbole der einzelnen RAKE-Finger mit ihren Gewichten (C_i^*). Diese Gewichte sind in einem Ringspeicher abgelegt.

Um eine häufige Schätzung des Kanals zu vermeiden (rechenintensiver Prozess), bzw. um eine geringere zeitliche Abweichung der Koeffizienten vom Idealwert zu erreichen, findet eine Interpolation (ständiges Aufaddieren von Delta-Werten) der Gewichte zwischen zwei Schätzungen statt.

Im letzten Schritt der Verarbeitungspipeline werden über den Zeitraum eines Symbols nacheinander die Chip-Energien der einzelnen Finger und damit die zu einem Symbol gehörenden Pegel akkumuliert. Symbole, die TPC-Bits (Transfer-Power-Control) darstellen, müssen nach empfangener Basisstation getrennt, akkumuliert werden. Nach jedem Symbol ist der Akkumulator zurückzusetzen.

Für das Early- Late- Tracking müssen pro Early- / Late- Finger zusätzlich zwei separate Akkumulator-register bereitgestellt werden.

Für jeden Slot wird ein entstandener Überlauf registriert und zu Beginn des neuen Slots gelöscht.

Falls ein Überlauf eintritt muß der AGC-Regelung mitgeteilt werden, daß die Eingangsverstärkung abgesenkt werden muß.

Der RAKE-Empfänger besitzt eine Pipeline-Struktur, in der die einzelnen Rechenschritte wie am Fließband abgearbeitet werden. Hierdurch kann die Hardware im Zeitmultiplexverfahren genutzt werden. Am Ausgang des RAKE-Empfängers erhalten wir den Schätzwert des Symbols \underline{U}_m .

Der folgende Ausdruck stellt die allgemeine Berechnung des Schätzwertes \underline{U}_m eines empfangenen Symbols dar:

$$\underline{U}_m = \int_0^T \underline{r}(t) * \sum_{n=1}^L \underline{c}_n(t) * \underline{q}(t - n/W) dt$$

5 Dabei ist $\underline{r}(t)$ das Empfangssignal, $\underline{c}_n(t)$ das Gewicht und $\underline{q}(t)$ der (De- Scrambled) Spreading Code. L beschreibt die Anzahl der RAKE-Finger und $1/W$ ist die Dauer eines Chips.

Im folgenden werden die einzelnen Pipeline-Stufen anhand FIGUR 6 genauer beschrieben.

10 In ein Dual-Port RAM (DP-RAM) wird das Empfangssignal $\underline{r}(t)$ mit einer Frequenz von $W \cdot n$ MHz geschrieben (n ist dabei die Oversampling-Rate und W ist die Chipfrequenz).

In der ersten Pipelinestufe werden die Daten (Chips bzw. Sub-Chips bei Überabtastung) aus dem Speicher (DP-RAM) gelesen.

15 Um die Symbole der einzelnen Signalfade phasen-richtig überlagern zu können (Code-Combining), sind die entsprechenden Path-Delays zu berücksichtigen. Die Berechnung der Adressen erfolgt in der ersten Stufe. Die Verzögerungszeit wird in Form eines Offsets zu der aktuellen Adresse hinzuaddiert. Es
20 gibt L Offsets, wobei in jedem Taktschritt ein anderer benötigt wird. Der Zugriff auf den Speicher erfolgt also in jedem Taktschritt.

Des weiteren wird in dieser Pipelinestufe der vom Generator erzeugte Code (De- scrambled Spreading-Code) mit dem aktuellen Wert multipliziert. Diese Operation ist relativ einfach, da sie nur aus Vorzeichen-Operationen und im Falle von komplexen Scrambling-Codes aus zusätzlichen 2 Additionen besteht.

Im Fall des Soft-handover empfängt der RAKE-Empfänger von z.B.
30 zwei Basisstationen Signale, die mit unterschiedlichen Scrambling- und Spreading-Codes gesendet wurden. Die maximal mögliche Zahl von RAKE-Fingern ist entsprechend der Empfangsqualität auf die Basisstationen aufzuteilen.

Deshalb wird eine von den RAKE-Fingern abhängige Umschaltung
35 der Code-Generatoren durchgeführt. Der Multiplexer, der die Umschaltung durchführt, arbeitet mit maximal $L \cdot W$ MHz. Weiter-

re Code- Generatoren können hinzugefügt werden um die Zahl der Basisstationen zu erhöhen.

5 In der zweiten Pipelinestufe wird jeder Wert mit einem Gewicht multipliziert. Diese Gewichte sind für jeden Finger unterschiedlich und verändern sich mit jedem Taktschritt. Sie werden im Prinzip nach L Schritten wiederholt (bei Interpolation akkumulieren sich die Delta-Werte zu den Gewichten).

10 In der letzten Pipelinestufe werden die Chip-Energien der einzelnen RAKE-Finger zur Symbol-Energie U_{symb} akkumuliert.

$$U_{\text{symb}} = \sum_{i=1}^{SF} \sum_{j=1}^L u_{ij}; \text{ SF = Spreizfaktor, L = Anzahl RAKE-Finger}$$

15

Vorteile und besondere Merkmale der RAKE-Architektur

1. Zeitliches Multiplexen der RAKE-Architektur

20 Bei den aus der Literatur bekannten Abbildungen wird jeder Finger des RAKE einzeln implementiert, die Chips zu Symbolen akkumuliert und zum Schluß die Summe über alle Finger gebildet. Dies führt bei L Fingern zu folgendem Hardwarebedarf:

25

- L +1 Addierer und
- 2 * L Multiplizierer (komplexe Multiplikation)

30 Wird die Signalverarbeitungskette für einen RAKE-Finger als Pipeline aufgebaut, so kann ein einziger pipelined RAKE-Finger einen kompletten RAKE im Zeitmultiplexverfahren nachbilden (begrenzt durch die Zahl der Finger und die maximale Taktrate der verfügbaren Technologie). Damit reduziert sich
35 der Aufwand auf

- 1 Addierer,
- 2 Multiplizierer und
- $b+2 \cdot m$ zusätzliche Register,

5 wobei b Zahl der maximal an dem Soft Handover beteiligten Basisstationen und m die Zahl der Nachzuführenden Finger für das *Early-Late Tracking* sind.

10 2. Code-Combining über Dual-Port RAM Zugriffe

Um die Symbole der einzelnen Signalpfade phasen-richtig überlagern zu können (*Code-Combining*), sind die entsprechenden Path-Delays zu berücksichtigen. Verschiedene Lösungsansätze verwenden hierfür

15 Schieberegister und eine relativ aufwendige Multiplexer Logik. In dem hier vorgestellten Lösungsansatz wird ein einfaches Dual-Port RAM (DP-RAM) verwendet. Das Code-Combining erfolgt durch gezieltes Verwenden von Adress-Offsets, die dem
20 Delay zwischen den unterschiedlichen Ausbreitungs-Pfaden entspricht.

Anstelle des Dual - Port RAM lassen sich ebenfalls SRAMs, SDRAMs oder SSRAMs, die ein DP-RAM nachbilden, verwenden.

3. Interpolation der Gewichte

Um die Anzahl der Kanalschätzungen zur Berechnung der konjugiert komplexen Koeffizienten (Gewichte) zu verringern, bzw. um deren geringere zeitliche Abweichung vom Idealwert zu erreichen, ist es möglich die Koeffizienten zwischen zwei Schätzungen mittels Interpolation zu bestimmen. Die funktionale Beschreibung im Anhang zeigt, daß sich dieser Ansatz leicht in die Architektur integrieren läßt.

35

4. Early-Late Tracking der RAKE-Finger

Eine möglichst genaue Positionierung der RAKE-Finger ist Voraussetzung für akzeptable Bitfehlerraten. Mit Hilfe eines aufwendigen Matched-Filter wird die Position der einzelnen RAKE-Finger bestimmt. Die Länge des Kanals, die geforderte Genauigkeit bei der Positionierung der Finger und die Häufigkeit der vorgenommenen Berechnungen bestimmen den Aufwand für den Matched-Filter.

Eine ungenauere, initiale und in größeren Zeitintervallen vorgenommene Bestimmung der Finger-Position führen zu einer wesentlichen Verringerung des Aufwands für den Matched Filter. Um der dadurch verursachten Degradation entgegenzuwirken wird das sogenannte *Early/Late-Tracking* verwendet.

Die Position des Early-Fingers befindet sich $\frac{1}{2}$ Chip vor und der Late-Finger $\frac{1}{2}$ Chip nach dem zu Positionierenden RAKE-Finger. Die Berechnung der Energien des Early- und Late-Finger erfolgt in der letzten Stufe des RAKE-Receivers und erfordert nur einen geringen Aufwand. Sind die Energien der beiden Finger ≈ 0 (bzw. besitzen annähernd die gleiche, kleine Energie), hat der eingeschlossene Finger eine fast optimale Position. Wenn die Energien der Tracking-Finger nicht annähernd gleich bzw. $\neq 0$ sind, findet eine Neupositionierung im Raster W/n statt (W = Chip-Frequenz, n = Overersampling-rate).

5. Softhandover

Im Softhandover empfängt der RAKE-Empfänger von mehreren Basisstationen Signale, die mit unterschiedlichen Scrambling und Spreading Codes gesendet wurden. Die maximal mögliche Zahl von RAKE-Fingern ist entsprechend der Empfangsqualität auf die Basisstationen aufzuteilen.

Deshalb ist eine von den RAKE-Fingern abhängige Umschaltung der Code-Generatoren notwendig. Der Multiplexer, der die Umschaltung durchführt, arbeitet mit maximal $L \cdot W$ MHz (hier sind die Early-Late Finger mit eingeschlossen).

Während des Softhandover senden die beteiligten Basisstation der Mobilstation dieselben Benutzerdaten zu. Zur Kontrolle der Sendeleistung der Mobilstation erhält diese zusätzlich eine Information (TPC-Bit), ob die Sendeleistung runter oder
5 rauf zu regeln ist. Deshalb müssen die unterschiedlichen, basisstations-abhängigen TPC-Bits dekodiert werden. Der abschließende Teil der Verarbeitungspipeline akkumuliert dazu Symbole, die TPC-Bits (Transfer-Power-Control) darstellen, nach empfangener Basisstation getrennt auf.

10

6. Flexibilität der Architektur bzgl. Wortbreiten, Taktraten und Parallelisierung

- 15 Je nach Anwendungsbereich und geforderter Qualität (z.B. Bit-Error-Rate) der Kommunikationsverbindung (Daten, Sprache, usw.) sind eine unterschiedliche Zahl von RAKE-Fingern und Wortbreiten im Signalverarbeitungs Pfad notwendig. Die vorgeschlagene Architektur läßt eine einfache Anpassung zu. Höhere
20 Wortbreiten erfordern bei gleicher Technologie geringere Taktraten der einzelnen Verarbeitungs-Einheiten. Ohne großen Schaltungsaufwand treiben zu müssen, läßt sich die Verarbeitungsleistung der RAKE-Architektur durch das Einfügen paralleler Verarbeitungszweige erhöhen (höhere Taktraten).

Patentansprüche

1. Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, mit folgendem Merkmal:
Eine Pipeline-Architektur, in der die einzelnen Rechenschritte wie am Fließband abgearbeitet werden.
2. Rake-Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pipeline-Architektur Hardware-Schaltungen aufweist, die im Zeitmultiplexverfahren nutzbar sind.
3. Rake-Empfänger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pipeline-Architektur Teilarchitekturen zur Unterstützung des Soft-Handover aufweist.
4. Rake-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Pipeline-Architektur Dual Port-Speicherbausteine aufweist, die ein Code-Combining ermöglichen.
5. Rake-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pipeline-Architektur Interpolationsmittel aufweist, die die Bestimmung von konjugiert komplexen Koeffizienten zwischen zwei Kanalschätzungen mittels Interpolation ermöglichen.
6. Rake-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Pipeline-Architektur durch das Einfügen von parallelen Verarbeitungszweigen flexibel an Wortbreiten und Taktraten anpaßbar ist.

7. Rake-Empfänger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
die Pipeline-Architektur eine Teilarchitektur in der Endstufe
der Pipeline-Struktur aufweist, die ein aufwandarmes Early/Late-Tracking der Rake-Finger ermöglicht.

5

Zusammenfassung

5 Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit drahtloser
Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sen-
de-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der
dritten Generation

10 Um einen Rake-Empfänger für Telekommunikationssysteme mit
drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder sta-
tionären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksy-
stemen der dritten Generation, gegenüber bekannten Rake-
Empfängern derart zu verbessern, daß Einsparungen bezüglich
der verwendeten Zahl von Funktionsblöcken und Logik-Gattern
15 möglich ist, ist eine Pipeline-Architektur vorgesehen, in der
die einzelnen Rechenschritte wie am Fließband abgearbeitet
werden.

FIGUR 6

FIG 1

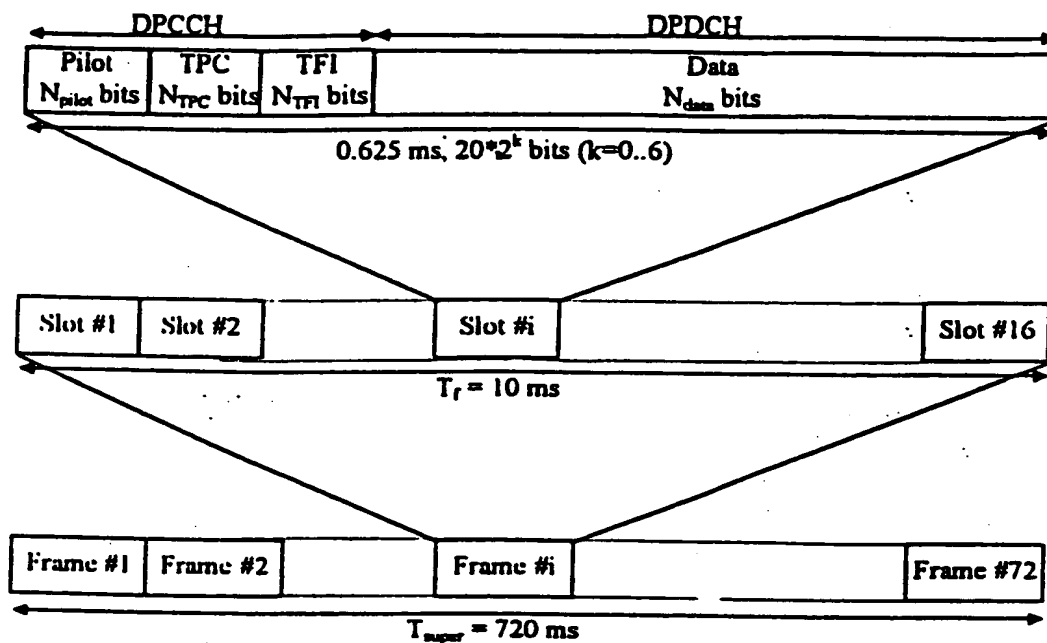


FIG 2

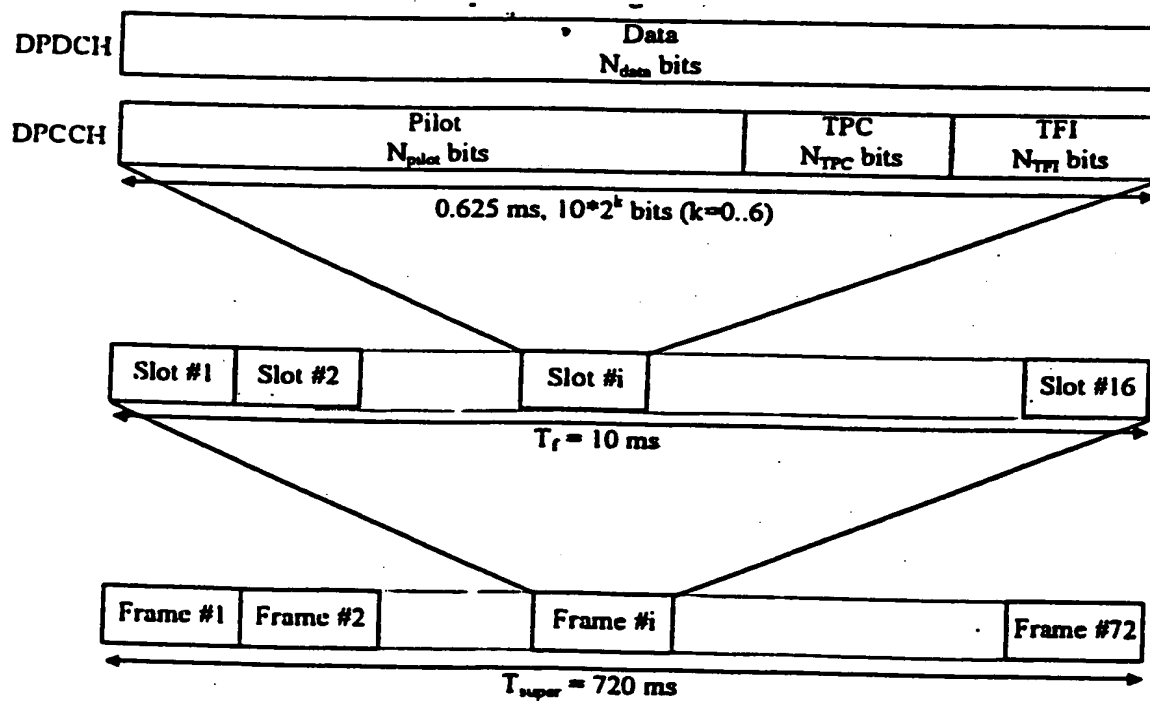


FIG 3

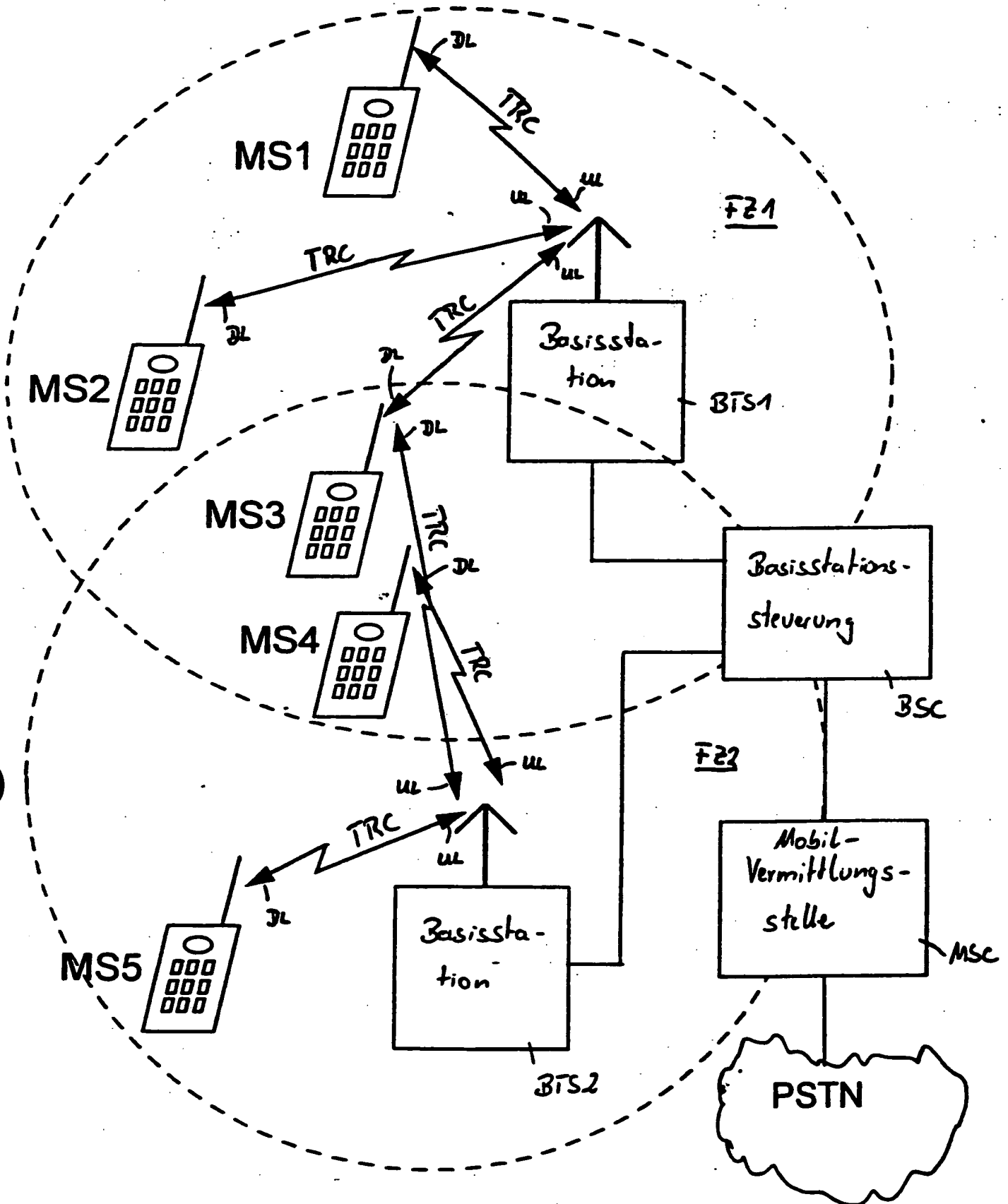


FIG 4

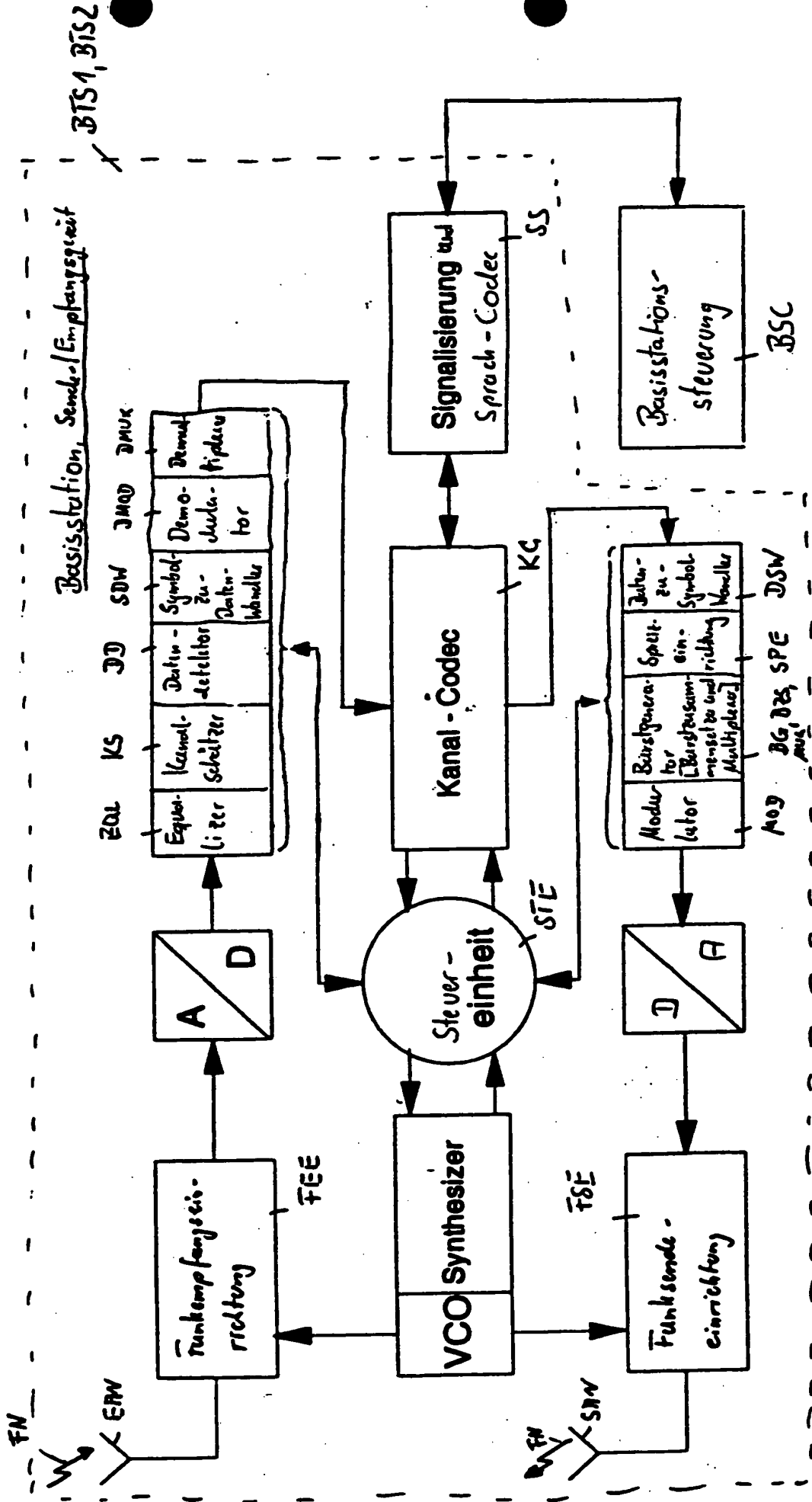
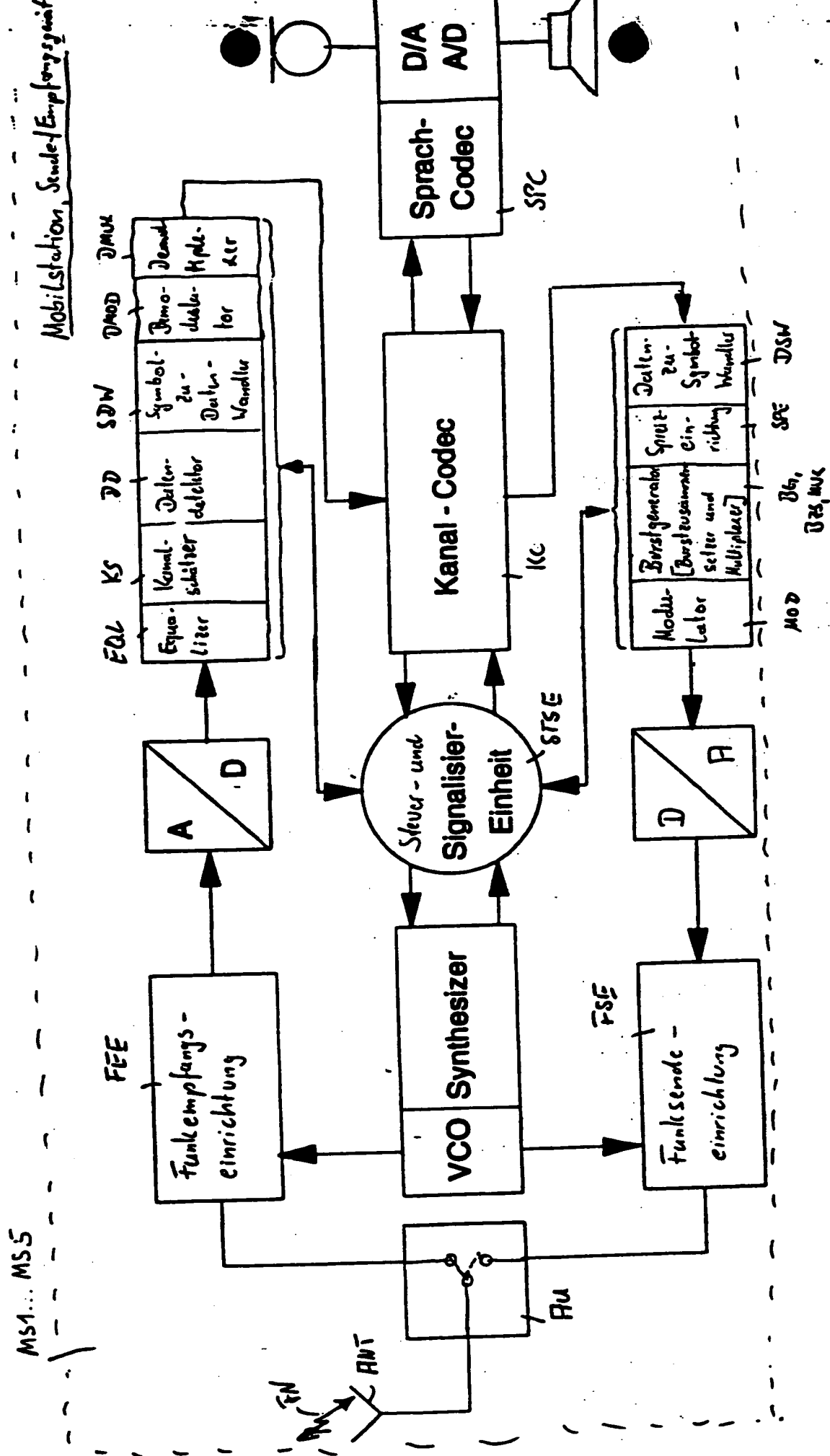
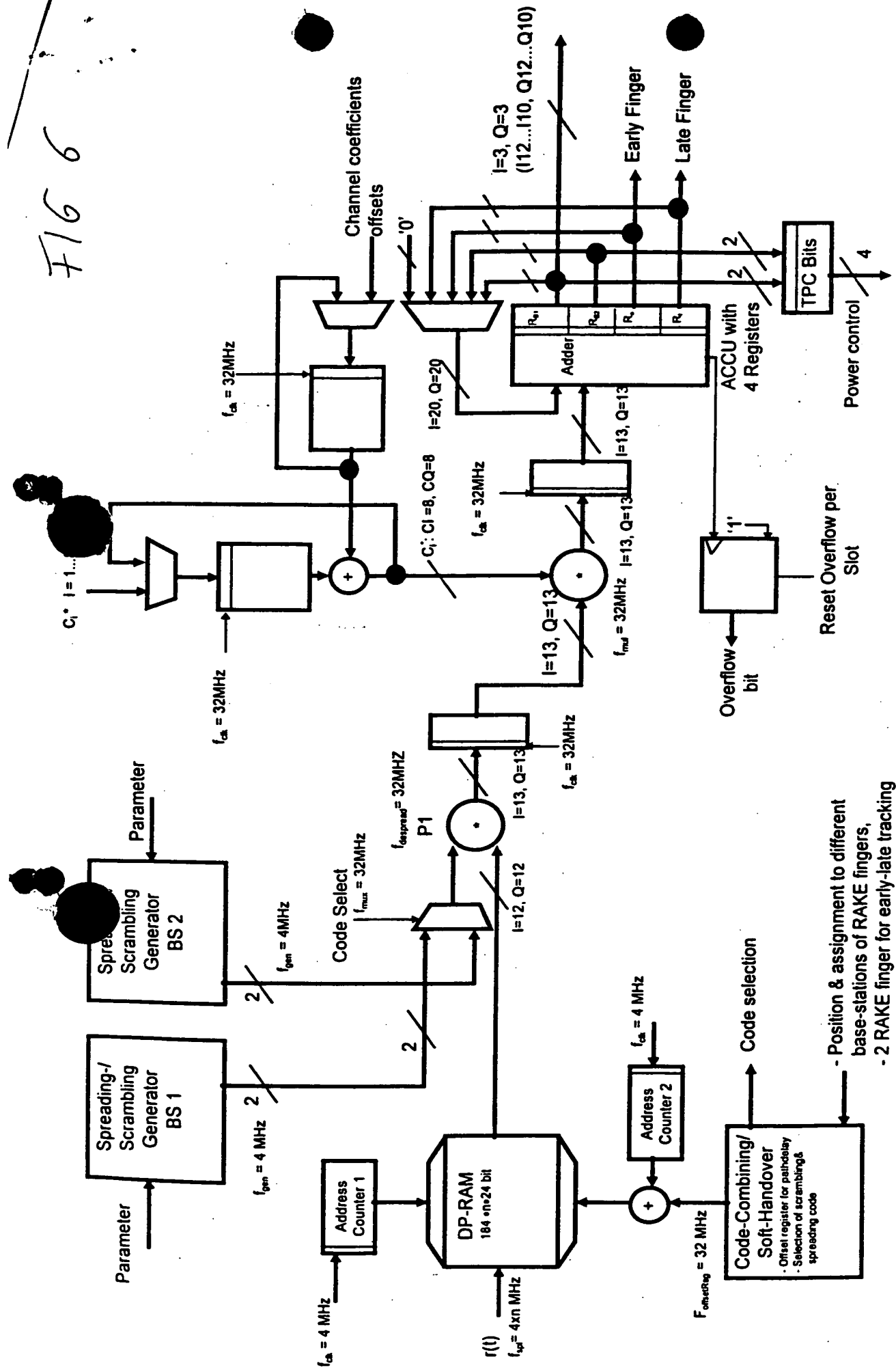


Fig 5





$r(t)$ = received sequence

c_i^* = conjugate complex channel coefficients

$L = 8$ Fingers; $W = 4.096$ MChip

$b = 2$ Basestations for Soft-handover

THIS PAGE BLANK (USPTO)